

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002060901 A

(43) Date of publication of application: 28.02.02

(51) Int. Cl

C22C 38/00

C22C 38/24

C22C 38/54

(21) Application number: 2000253263

(71) Applicant: NISSHIN STEEL CO LTD

(22) Date of filing: 24.08.00

(72) Inventor: HIRAMATSU TERUSHI
FUJIWARA MASARU
IIHARA KATSUYUKI

(54) STEEL SHEET FOR MOWING EDGE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steel sheet for a mowing edge having wear resistance and hardness required as those of a mowing edge and also high in ductility and toughness, as to steel for a mowing edge used for a mowing machine, by prescribing the steel components and the content of carbides in the surface layer part of the sheet thickness.

SOLUTION: This steel sheet for a mowing edge has a composition containing, by weight, 0.50 to 0.70% C, ≤0.50% Si, 0.10 to 0.60% Mn, ≤0.80% Cr, ≤0.50% Mo,

≤0.50% V, ≤0.50% Cu, 0.0005 to 0.02% N, 0.0005 to 0.01% O, ≤0.02% P, ≤0.01% S and ≤0.10% acid soluble Al, further containing, as selective components, one or more kinds selected from 0.10 to 2.00% Ni, 0.01 to 0.20% Ti, 0.01 to 0.20% Nb and 0.0005 to 0.01% B, and the balance Fe with inevitable impurities, in which the ratio in the average carbide content between that within 100 µm of the surface layer and that in the central part of the sheet thickness (that within 100 µm of the surface layer/that in the central part of the sheet thickness) is ≤0.8, and also, the maximum carbide grain size is ≤5 µm.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-60901

(P2002-60901A)

(43)公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51)Int.Cl.⁷

C 22 C 38/00
38/24
38/54

識別記号

3 0 1

F I

C 22 C 38/00
38/24
38/54

マークコード(参考)

3 0 1 W

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願2000-253263(P2000-253263)

(22)出願日 平成12年8月24日 (2000.8.24)

(71)出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72)発明者 平松 昭史

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式会社技術研究所内

(72)発明者 藤原 勝

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式会社技術研究所内

(72)発明者 飯原 勝之

広島県呉市昭和町11番1号 日新製鋼株式会社呉製鉄所内

(54)【発明の名称】 草刈刃用鋼板

(57)【要約】

【課題】 草刈機に用いられる草刈刃用鋼について、鋼成分と板厚表層部の炭化物量を規定することにより、草刈刃として必要な耐摩耗性と硬度を持ち、かつ高い延性、韌性を得る。

【解決手段】 重量%でC:0.50~0.70%、Si:0.50%以下、Mn:0.10~0.60%、Cr:0.80%以下、Mo:0.50%以下、V:0.50%以下、Cu:0.50%以下、N:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%、P:0.02%以下、S:0.01%以下、酸可溶Al:0.10%以下を含有し、さらに選択成分としてNi:0.10~2.00%、Ti:0.01~0.20%、Nb:0.01~0.20%、B:0.0005~0.01%のうち1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼板で、表層100μm以内と板厚中心部における平均炭化物量の比(表層100μm以内/板厚中心部)が0.8以上であり、かつ最大炭化物粒径が5μm以下であることを特徴とする草刈刃用鋼板。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比で、
 C : 0. 50~0. 70%
 Si : 0. 50%以下
 Mn : 0. 10~0. 60%
 Cr : 0. 80%以下
 Mo : 0. 50%以下
 V : 0. 50%以下
 Cu : 0. 50%以下
 N : 0. 0005~0. 02%
 O : 0. 0005~0. 01%
 P : 0. 02%以下
 S : 0. 01%以下
 酸可溶A1 : 0. 10%以下

残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼板で、表層10μm以内と板厚中心部における平均炭化物量の比が0. 8以上であり、かつ最大炭化物粒径が5μm以下であることを特徴とする草刈刃用鋼板。

【請求項2】 さらに、
 Ni : 0. 10~2. 00%
 Ti : 0. 01~0. 20%
 Nb : 0. 01~0. 20%
 B : 0. 0005~0. 01%

のうち、1種または2種以上を含む請求項1に記載の草刈刃用鋼板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、草刈刃等として好適な延性、韌性と硬度、耐摩耗性を發揮することとなる素材鋼板に関する。

【0002】

【従来の技術】草刈機に用いられる草刈刃には、ソリッドソーと呼ばれる、基板と刃先が同一の鋼板で作られているものと、刃先に超硬等を接合したチップソーがあり、いずれの場合も、基板材にはJIS規格のSK5等の炭素工具鋼、SKS5等の合金工具鋼が用いられている。草刈刃は数1000rpmの高速回転で使用されるため、使用環境によっては、砂利、石等に対する耐摩耗性が要求される。したがって、草刈刃は切れ味および耐摩耗性を確保するため、通常、焼入れ・焼戻しにより43~48HRC程度の高い硬さ水準に調質されている。

【0003】草刈刃は前述のように、使用中には高速で回転しており、これが、石等の障害物に当たることがあり、草刈刃の基板自体が折損して、破片が飛散することは安全上、避けなければならない。安全性を確保するためには、基板の硬さを下げる延性、韌性を増加させることが有効であることから、これまで、草刈刃を低めの硬さに調質することで、上記の問題を回避してきた。しかしながら、耐摩耗性の観点からは、より高い硬さが求められる。また、さらに切れ味が良好で、高い回転数で使

用できる草刈刃の要求もある。このような高硬度および高回転数での使用においては、基板の材質についても、より高い安全性が求められるようになる。材質として要求されるものは、高い硬さ水準での延性、韌性の確保である。このため、本発明者らは、特願平10-30747号において、草刈刃に必要な強度及び耐摩耗性を維持し、且つ従来の基板を超える延性、韌性を示す草刈刃用基板を提供することを目的として、製品としての草刈刃や草刈刃基板に好適な合金成分を提示した。しかしながら、草刈刃等の製品として好適な鋼成分系であっても、素材としての鋼板の板厚方向の炭化物量によっては、熱処理後の所望の製品特性が得にくい場合もある。このため、本発明はかかる観点から、草刈刃基板素材として鋼板等の適正な成分系とその炭化物分散状態を明らかにしたものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題解決には、基板の特性として、以下の要件を充足することが必要となる。すなわち、重量比でC : 0. 50~0. 70%、Si

20 : 0. 50%以下、Mn : 0. 10~0. 60%、Cr : 0. 80%以下、Mo : 0. 50%以下、V : 0. 50%以下、Cu : 0. 50%以下、N : 0. 0005~0. 02%、O : 0. 0005~0. 01%、P : 0. 02%以下、S : 0. 01%以下、酸可溶A1 : 0. 10%以下を含有し、さらに選択成分としてNi : 0. 10~2. 00%、Ti : 0. 01~0. 20%、Nb : 0. 01~0. 20%、B : 0. 0005~0. 01%のうち1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼板で、表層100μm以内と板厚中心部における平均炭化物量の比(表層100μm以内/板厚中心部)が0. 8以上であり、かつ最大炭化物粒径が5μm以下であることを特徴とする草刈刃用鋼板である。

【0005】

【発明の実施の形態】以下に本発明で規定する化学成分値と限定理由について個別に説明する。

【0006】C : Cは草刈刃用鋼板に必要とされる硬度および耐摩耗性を確保し、草刈刃の切れ味を高める作用を有する。また、焼戻し温度を高め、プレステンパーによる熱処理後の平坦度を確保するため、少なくとも0. 50%以上の添加が必要である。しかし、C含有量が多すぎると、熱処理後の炭化物量が増加し、粗大なものは破壊の起点として作用するため、延性および韌性が劣化する。そのため、添加量の上限を0. 70%とした。

【0007】Si : Siは溶鋼の脱酸元素および焼戻し軟化を抑制する元素として有効である。しかし、Siを多量に添加すると脱酸による生成物であるSiO₂が鋼中に残存し、鋼の清浄度を害し韌性を低下させる。そのため、Si含有量を0. 50%以下とした。

【0008】Mn : Mnは鋼の脱酸元素として有効であ

る。また、鋼の焼入れ性の向上ならびに焼戻し温度を高めるのに有効な元素である。これらの効果を得るには0.10%以上のMnを含有させる必要がある。しかし、0.60%を超えて含有させると延性および韌性が大きく劣化するという問題がある。そのため、添加量の上限を0.60%とした。

【0009】Cr : CrはMnと同様に鋼の焼入れ性の向上ならびに焼戻し温度を高めるのに有効な元素である。しかし、0.80%を超えると未溶解炭化物の多量生成により該炭化物を起点とする亀裂の進展を助長し、曲げ特性や韌性に悪影響を与えるため、0.80%以下に抑えた。

【0010】Mo : Moも鋼の焼入れ性の向上ならびに焼戻し軟化を抑制し、焼戻し温度を高めるのに有効な元素であり、Mn, Crの過剰な添加による韌性の劣化を抑えるために、補助的に添加するものである。しかしながら、0.50%を越えて含有させると曲げ特性や韌性を劣化する。また、高価な元素であり多量に添加すると経済的に不利になることから、上限を0.50%以下とした。

【0011】V : VはCr, Moと同様に焼入れ性の向上ならびに焼戻し軟化を抑制し、焼戻し温度を高めるのに有効な元素である。しかし、0.50%を超えると、かえって韌性を害するので0.50%以下とした。

【0012】Cu : Cuは良好な焼入れ性を確保すると共に韌性の向上に有効に作用する元素である。しかし、多量に添加すると熱間加工性を損なうため、添加量の上限を0.50%以下とした。

【0013】N : Nは鋼中で窒化物となり、組織の微細化および鋼の強化に有効であり、この硬化を得るために0.0005%以上添加する。しかし、過剰なNを含有すると、粗大な窒化物を形成し、韌性を低下させる。したがって上限を0.02%とした。

【0014】O : OはSと同様、鋼中で非金属介在物を形成し、鋼の韌性を低下させるため、上限を0.01%とした。Oは極力低減するのが望ましいが、Oを低減する工程が、生産性の低下ならびに製造コストの上昇につながるため、下限を0.0005%とした。

【0015】P : Pは焼入れ時のオーステナイト粒界に偏析して延性、韌性を阻害する。したがって、その含有量は極力低下させるべきであり、上限は実質的な悪影響を及ぼさない範囲として0.02%に規定した。

【0016】S : Sは鋼中でMnSを形成し亀裂の起点となりやすく、強度、韌性の低下を招くため、極力低減することが望ましい。そのため、実質的な悪影響を及ぼさない範囲として0.01%以下に規定した。

【0017】酸可溶A1 : A1は強力な脱酸元素であり、鋼中のO低減のために必要である。このためには、酸可溶A1として0.01%以上の含有量が必要であるが、0.10%を超えると鋼中に存在するの非金属系介

在物が増加し、衝撃特性等に悪影響を及ぼすようになる。

【0018】Ni : 必要に応じて添加する元素であり、Niの添加により焼入れ性が向上するだけでなく、韌性の向上に有効である。Ni含有量が0.10%未満ではこの効果が不十分である。しかし、過剰に含有すると、上記の効果が飽和し、経済的にも不利になるため、上限を2.00%とした。

【0019】Ti : Tiは必要に応じて添加する元素であり、Nと結合して窒化物を形成し、高温加熱時のオーステナイト粒の粗大化を抑制したり、焼入れ性向上に有効な固溶Bを確保するのに必要である。そのためには、0.01%以上のTi含有量が必要である。一方、過剰に添加すると韌性を阻害するため、上限は0.20%とした。

【0020】Nb : Nbは必要に応じて添加する元素であり、炭窒化物を形成し、オーステナイト粒の粗大化を抑えて韌性を向上させるはたらきがある。しかし、過剰に添加すると粗大な析出物を形成し、韌性を阻害するため上限は0.20%とした。

【0021】B : Bは必要に応じて添加する元素であり、焼入れ性を高めると共に、粒界破壊を抑制するためには有効な元素であり、その効果を得るには0.0005%以上のB含有量が必要である。しかし、その含有量が0.01%を超えると、かえって韌性の劣化をきたすようになるので、上限を0.01%とする。

【0022】

【作用】草刈刃には切れ味を維持するために、耐摩耗性が要求される。耐摩耗性を確保するためには硬さを高めることが有効である。草刈刃の硬さは通常、表面硬さ(HRC)で管理されているが、基板の表層部に脱炭が生じていると表面硬さが低下し、所定の硬さが得られなくなる。表層部の硬さが低い状態で草刈刃を使用すると、刃先が摩耗し、刃先の形状が丸みを帯びてくる。その結果、切れ味が低下して、刃の手入れや交換の頻度が増し、作業性が低下する原因になる。表層部に脱炭がある状態でも、熱処理条件を変えることによって所定の表面硬さを得ることが可能であるが、そのためには、中心部の硬さを必要以上に高く調質する必要がある。その場合、中心部の韌性が低下するという問題がある。このほか、脱炭の程度が不均一に分布している場合、焼入れ時のマルテンサイト変態による体積膨張が不均一に生じるため、基板の変形が大きくなり、平坦度が劣化することもある。本発明者らは、基板の脱炭の程度と熱処理後の韌性や耐摩耗性、平坦度等の関係について詳細に調査した。その結果、熱処理前の基板の表層100μm以内と板厚中心部における平均炭化物量の比(表層100μm以内/板厚中心部)が0.8以上であれば、上記のような問題を回避できることが明らかになった。ここで、平均炭化物量は板断面における炭化物の総面積率を示す。

40

40

50

一方、基板の延性、韌性を確保するためには、破壊の起点となり得る熱処理後の未溶解炭化物を極力低減するとともに、寸法を小さくすることが望ましい。本発明者らは、基板の韌性に悪影響を及ぼす炭化物の大きさについて詳細に検討した。その結果、熱処理前の素材における最大の炭化物粒径を $5 \mu\text{m}$ 以下にすれば、熱処理後の未溶解炭化物は基板の韌性を実質的に阻害しないことが判った。

【0023】 以上述べた鋼成分、板厚表層部と中心部との平均炭化物量の比、未溶解炭化物の最大粒径の規定により、草刈刃用として好適な延性、韌性と硬度、耐摩耗性を有する鋼板が得られる。

【0024】

【実施例】 本発明の実施例について説明する。表1に供試材の化学成分を示す。これらの成分鋼を通常の熱間圧延により板厚 3.0 mm の鋼板とした後、冷間圧延、焼鍛を経て板厚 1.4 mm および 2.5 mm の焼きなまし材とした。これらの焼きなまし材について、平均炭化物量と最大炭化物粒径を測定した。素材の平均炭化物量は*

【表1】

表1 供試鋼の化学成分

No.	化学成分(重量%)																区分	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Cu	Nb	Ti	B	sol.Al	insol.Al	N	O	
A	0.13	0.27	0.32	0.006	0.008	0.16	tr	0.25	tr	0.12	tr	tr	tr	0.046	0.004	21	22	比較鋼
B	0.53	0.05	0.07	0.008	0.004	tr	tr	0.053	0.003	33	78							
C	0.68	0.15	0.51	0.025	0.013	0.22	0.50	0.22	tr	tr	tr	tr	tr	0.032	0.004	47	131	
D	0.87	0.32	0.32	0.014	0.007	1.51	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.028	0.003	78	15	
E	0.65	0.26	0.48	0.007	0.006	0.54	tr	0.12	1.50	tr	0.04	tr	tr	0.045	0.003	108	10	本発明鋼
F	0.52	0.16	0.39	0.008	0.004	0.73	0.31	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.067	0.004	34	22	
G	0.68	0.44	0.51	0.016	0.006	0.42	tr	tr	0.76	tr	tr	tr	tr	0.031	0.004	23	29	
H	0.57	0.07	0.35	0.009	0.005	0.59	tr	tr	tr	0.15	0.11	0.02	38	0.046	0.004	42	25	
I	0.58	0.21	0.33	0.010	0.007	0.44	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.037	0.003	55	22	

* B, N, O量は ppm にて示す。

* 表中のアンダーライン部は、本発明による規定の範囲外であることを示す。

【0026】

【表2】

* 板厚断面表層部 $100 \mu\text{m}$ 以内と中心部でそれぞれ測定した。これらの鋼を $830 \sim 900^\circ\text{C}$ の範囲で 15 min 加熱保持後、 60°C 油中で焼入れ、 $280 \sim 550^\circ\text{C}$ の範囲で 30 min 加熱保持後、空冷の焼戻しを行なった。調質後の鋼について、表面硬さ、断面での板厚中心部の硬さを測定した。延性の評価としては曲げ特性を調査した。曲げ試験は、板厚 1.4 mm 、幅 30 mm 、長さ 200 mm の短冊状の試験片を使用し、Vブロックによる 90° 突き曲げ試験で、ポンチ先端の半径を変えることにより、試験片の曲げ半径を変えて、n数5枚で割れなければ、その値を限界曲げ半径として評価した。また、韌性の評価としてシャルピー衝撃試験を実施した。試験片は、板厚 2.5 mm のJIS4号サブサイズ試験片を使用した。曲げ試験、衝撃試験とともに、試験片は長手方向を素材の圧延方向に対して直角な方向に採取した。表2に各種鋼板の特性を示す。

【0025】

【表1】

【表2】

表2 各種鋼板の特性

No.	鋼種	素材の炭化物量の比※	素材の最大炭化物粒径(μm)	表面硬さ(HRC)	断面硬さ(HV)	限界曲げ半径(mm)	衝撃値(J/cm²)	区分
1	A	0.98	3.3	35.2	345	5.0	38	比較例
2	B	0.97	2.4	37.1	358	10.0	15	
3	C	0.95	3.8	45.9	452	11.5	9	
4	D	0.85	4.8	47.6	479	10.5	12	
5	E	0.90	3.0	45.3	449	6.5	34	本発明例
6	F	0.98	2.1	47.3	475	7.0	32	
7	G	0.86	4.6	42.4	414	5.5	40	
8	H	0.97	2.7	48.2	486	6.5	35	
9	I	0.99	3.5	44.1	431	6.0	36	比較例
10	I	0.35	2.2	30.8	497	7.5	25	
11	I	0.51	2.9	34.5	521	8.0	21	
12	I	0.63	4.1	43.7	598	13.5	7	
13	I	0.87	7.8	41.3	412	9.5	14	

※平均炭化物量の比(表層100μm以内/板厚中心部)

【0027】比較例1～4のA～D鋼は、素材の平均炭化物量の比や最大炭化物粒径は本発明範囲内であるが、比較鋼1のA鋼はCの含有量が少ないため、曲げ特性、韌性に優れるものの、硬さが低く、耐摩耗性が劣化する。

【0028】比較例2のB鋼はMn量が低いため、焼入れ不良となり、十分な硬さが得られていない。その結果、不十分な焼戻し組織となり、曲げ特性および韌性が低い。

【0029】比較例3のC鋼はP、S、O等の不純物元素の含有量が高いため、曲げ特性および韌性が低い。

【0030】比較例4のD鋼はC、Crの含有量が過剰であるため、曲げ特性および韌性が低い。

【0031】比較例10、11のI鋼の各成分および素材の最大炭化物粒径は本発明範囲内であるが、素材の平均炭化物量の比が低いため、表面硬さは低くなり耐摩耗性が劣化する。一方、断面硬さは高いため、曲げ特性や韌性も劣化している。

【0032】比較例12のI鋼についても、各成分および素材の最大炭化物粒径は本発明範囲内である。しかし

ながら、素材の平均炭化物量の比が低いため、板厚表層部と中心部で硬さの差が著しく、表面硬さを43HRC以上に調質すると、断面硬さは約600HVにも達する。そのため、曲げ特性や韌性が大きく劣化している。

【0033】比較例13のI鋼については、素材の平均炭化物量の比は本発明範囲内であるが、素材の最大炭化物粒径が大きいため、曲げ特性や衝撃韌性が劣化している。

【0034】これに対して、本発明例5～9のE～I鋼は、いずれも限界曲げ半径が7.0mm以下であり、衝撃値も30J/cm²以上と優れている。

【0035】上記の実施例から、本発明による鋼板は、高い硬度と延性、韌性を有しており、草刈刃用鋼として優れた特性を示すことが判る。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては鋼成分と板厚表層部の炭化物量を規定することにより、草刈刃として必要な耐摩耗性と硬度を持ち、かつ高い延性、韌性を有する草刈刃用鋼板を得ることができる。